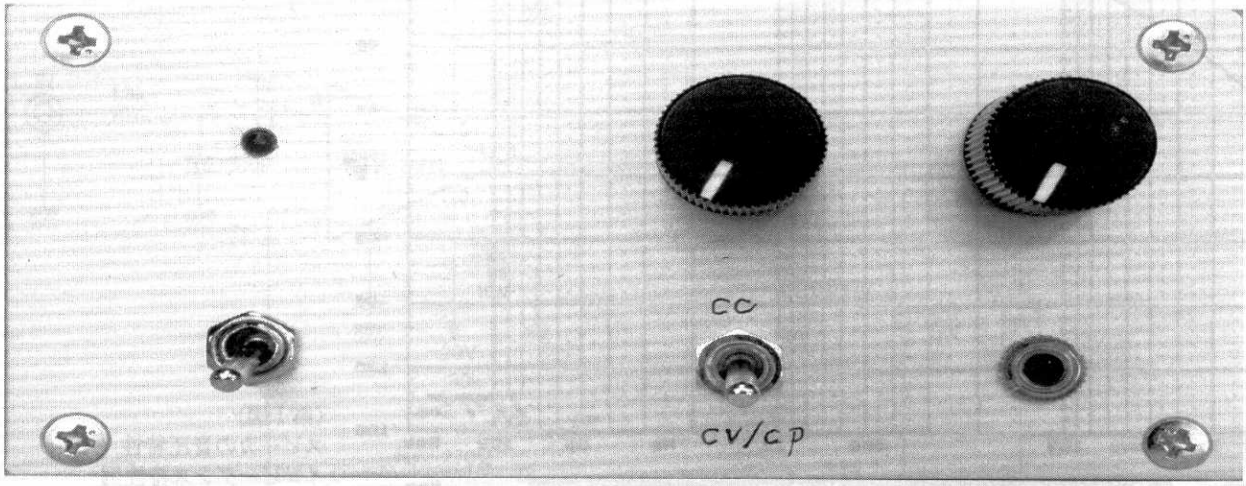
定電力／定電流／定電圧アンプが手軽に切り換えできる



STK020
（サンヨー製ハイブリッドIC）
定電力アンプの製作

山崎 浩

負荷電流，負荷電圧帰還方式

STK020（サンヨー製ハイブリッドIC*1）を用いた負荷電流検出方式の定電流アンプを製作し本誌2012年10月号で報告させていただきました．この定電流アンプに負荷電圧検出機能を付加すれば定電力アンプになることを確認しましたので，報告させていただきます．

なぜ定電力アンプか

定電流アンプは活き活きした迫力ある音色が特徴で，特に小形フルレンジ・スピーカにおいて驚くほどの効果を示しますが，欠点もあります．スピーカに供給される電力がインピーダンス特性に比例するために音圧－周波数特性はフラットにならず，ボーカルなどで重要な中域が痩せた神経質な音色になりがちです．

第1図にスピーカの音圧特性，インピーダンス特性例を示します．音圧特性はスピーカに周波数を変化させつつ1Wを入力し，スピーカから1m離れた軸上で音圧SPLを測定します．インピーダンスは定電流Iを与え，周波数を変化させてスピーカ両端の電圧Vを測定し，インピーダンスR（$R=V/I$）を求めます．

定電力アンプの概念を定電圧アンプ，定電流アンプと比較し**第2図**に示します．負荷抵抗を変化させて出力電圧Vと出力電力Pを計算します．定電圧アンプの出力電力（スピーカに入力される電力）$P=V^2/R$は分子V^2が一定だから，分母のインピーダンスRが大きくなる低域共振周波数付近と高域でRに反比例し低下します．

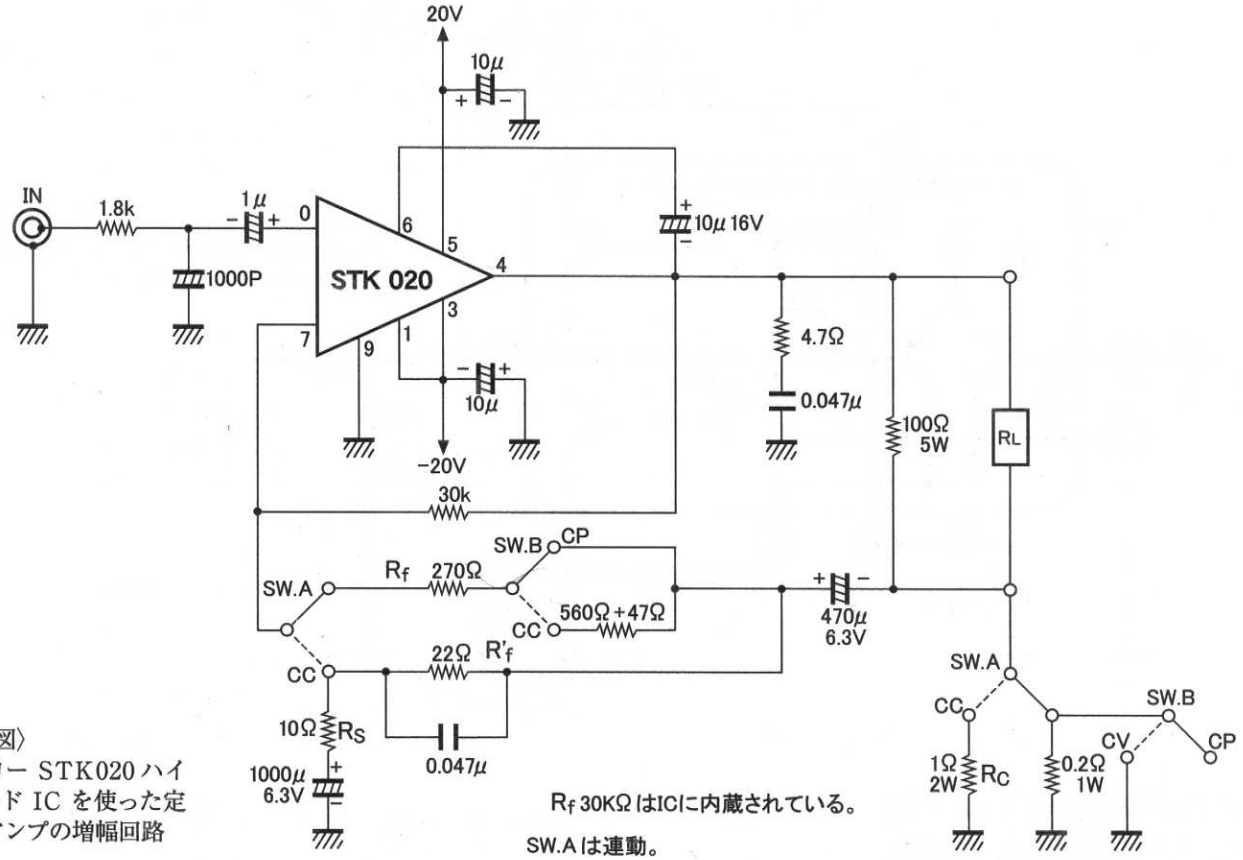
結果として音圧もまたRに反比例し低下します．定電流アンプの場合，スピーカへの出力電力$P=I^2\times R$は第一項I^2が一定だから，定電圧アンプとは反対に低域共振周波数付近と高域で，Rに比例し出力電力および音圧は上昇します．

負荷抵抗RLと電圧利得VGおよび出力インピーダンスRoとの関連を**第1表**に示します．定電力アンプの電圧利得VGは$\sqrt{RL}$に比例し，出力インピーダンスRoは$\sqrt{RL}$に反比例します．スピーカを8Ωの純抵抗と見做し，電圧利得が一定の定電圧アンプを当然とするアンプ設計者にとって，電圧利得が大きく変化する定電力アンプ，定電流アンプは受け入れ難いことと思います．

*1 サンヨーは一昨年，同じ家電メーカーのパナソニックに吸収合併されました．ハイブリッドIC STKシリーズの行末は不透明です．

増幅回路の構成

サンヨー製ハイブリッドICは推奨回路に従い，わずかな外付け部品を加えるだけで水準の定電圧アンプが簡単に出来上がります．また，外付け負帰還回路の選択で高性能な定電流アンプに変更できることを本誌

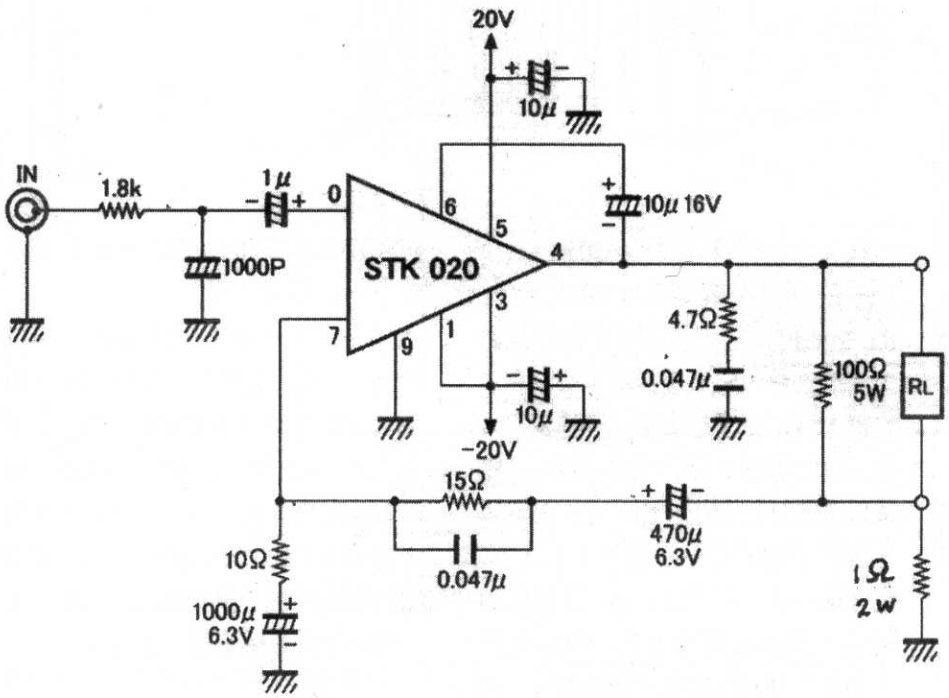


〈第3図〉
サンヨー STK020 ハイブリッド IC を使った定電力アンプの増幅回路

R_f 30KΩ はICに内蔵されている。
SW.A は連動。
SW.B は連動。
SW.A, SW.Bの接点時は定電力アンプ。

<第1表>
定電流アンプ，定電力アンプ，定電圧アンプの電圧利得と出力インピーダンス

	CC	CP	CV
電圧利得	∝ RL	$\propto\sqrt{RL}$	一定
出力インピーダンス	∞	$\propto 1/\sqrt{RL}$	0



〈第4図〉定電流アンプの増幅回路

<第2表> STK020の絶対最大定格、動作特性(三洋半導体ニューズ No.101Aより引用)

絶対最大定格／Ta＝25°C

最大供給電圧	$+V_{CC}$ max	+22 −22	V
動作時IC基板温度	Tc	85	°C
保存温度	Tstg	−20～+100	°C

推奨動作定格／Ta＝25°C

供給電圧	V_{CC}	+16 −16	V
負荷インピーダンス	R_L	8	Ω

動作特性／Ta＝25°C, R_L＝8Ω, Rg＝600Ω, f＝1kHz, V_{CC}＝$^{+16}_{-16}$ V

測定回路は次ページ応用回路図による。			min	typ	max	単位
無信号時電流	Icco				50	mA
無ひずみ最大出力	P_O max	KF＝1.0 %	10			W
電圧利得	VG	P_O＝0.1 W		33		dB
ひずみ率	KF	P_O＝0.1 W			1.0	%
入力インピーダンス	r_i	P_O＝0.1 W	20	27		kΩ
高域カットオフ周波数	f_{CH}	V_i＝50 mV, −3dB down	100			kHz
低域カットオフ周波数	f_{CL}	V_i＝50 mV, −3dB down			10	Hz
パワーバンド幅	PBW	KF＝1.0 %, ±3dB		20 ～ 25k		Hz
出力雑音電圧	V_{NO}	Rg＝5 kΩ shunt			3.0	mV
中点電圧	V_N		−100	0	+100	mV

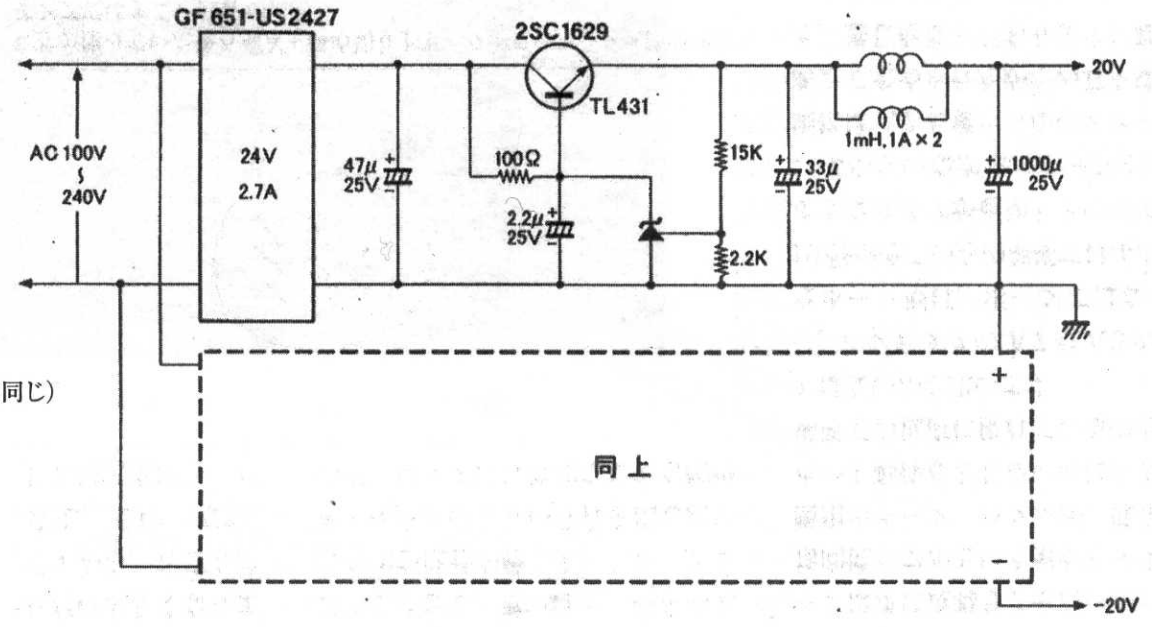
電源回路

第7図に電源回路を示します．2台のACアダプタGF651-US2427(秋月電子通商扱い，単価1700円)は入力AC100～240Vのユニバーサル仕様で出力にDC24V，2.7Aが得られるスイッチング電源です．出力に付加したシリーズ・レギュレータで±20Vに降圧し，かつ高周波ノイズ対策としてLCフィルタを付加します．2SC1629はサンケンのhigh βトランジスタです．

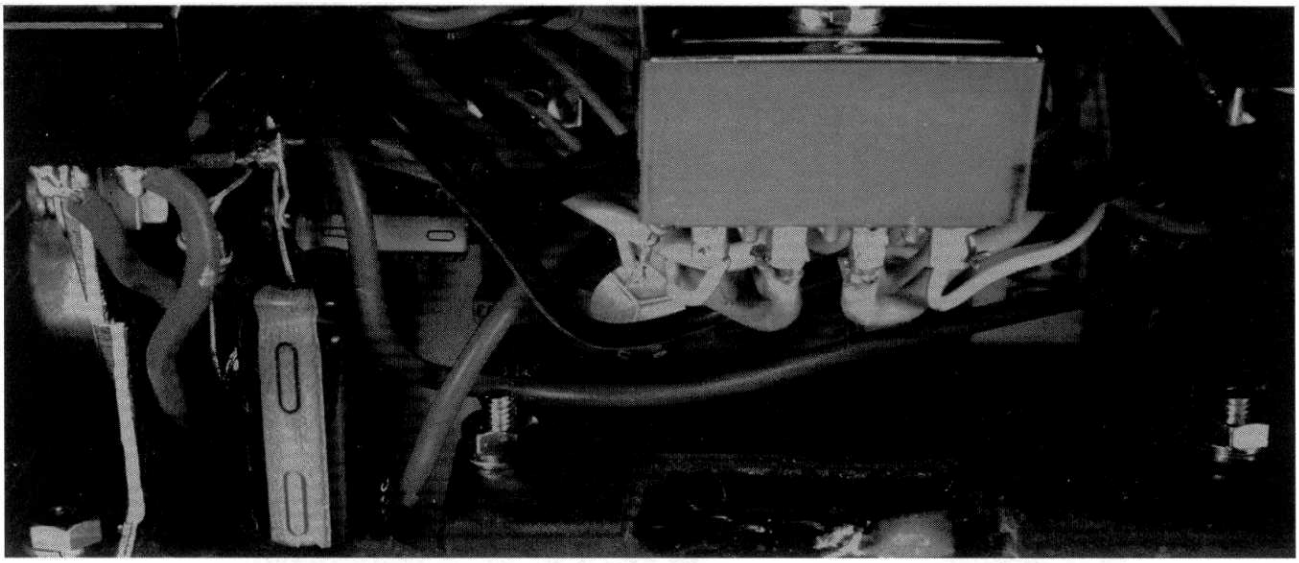
STK020の絶対最大定格±22Vは電源トランスのレギュレーション，ACライン電圧変動を考慮した値であり，発熱や負荷短絡を保証する推奨電源電圧は±16Vです．推奨電源電圧より25%も大きい±20Vですが，本アンプの場合は安定化電源ゆえ安心です．なお，低負荷時の無ひずみ最大出力は電源の電流容量2.7Aで，高負荷時には電源電圧の±20Vで制約されます．

測定

第8図に本アンプの電圧利得－周波数特性を示します．本アンプは負荷電圧，負荷電流を検出し負帰還する定電力アンプですが，Rf(=270Ω)，Rc(=0.2Ω)を短絡した無帰還時の特性と比較します．中域での負帰還時電圧利得は28.2db(無帰還時56.1



〈第7図〉
本機の電源回路
(2012年10月号と同じ)



試聴

サンヨーSTK020による定電力アンプ，定電流アンプ，定電圧アンプの比較試聴結果を表3に示します．ソースは日本オーディオ協会製作のCD「IMPACT-2」，スピーカは'10年11月13日の音の展覧会で使用した口径8cmのSA/F80AMG（球形バスレフBOX，2009年1月号）を用いました．

第13図などの測定データから，違いを聴き分けねばとのプレッシャーもありますが，定電力アンプと比べると定電流アンプはキツイ，定電圧アンプは迫力不足と感じます．フルートや女性ボーカルでは文字で表現するほどの差はありません．

インピーダンスがフラットでないスピーカを駆動する装置として定電圧アンプには複雑な聴感補正が不可欠で，聴感補正しないプリアンプを経由する本試聴システムにおいて定電圧アンプが迫力に欠けるのは当然です．（意図せず）やや過剰に聴感補正されてしまう定電流アンプは，迫力はあるもののボーカルなど中域の貧弱さを伴います．本定電力アンプにより，定電流アンプで不足気味の中域に厚みが加わり自然な音色が得られたことは，当初の狙い通りで満足です．

本アンプは負帰還ネットワークだけで3種のアンプの電圧利得を揃えることを前提としたため，定数選択には制約がありました．改めて定電力アンプを製作する場合，本アンプの切換え構成に捉われず定電力化に注力し，最適化することをお勧めします．

＜第3表＞　試聴結果

	本アンプ（定電力形）	定電流形	定電圧形
負帰還パラメータ	負荷電圧×負荷電流	負荷電流	負荷電圧
電圧ゲイン 8Ω負荷	28.2dB	27.4dB	29.7dB
周波数帯域幅	3.3Hz ～ 212kHz	3.3Hz ～ 177kHz	3.0Hz ～ 85.7kHz
無ひずみ最大出力	17W	16W	20W
最小ひずみ率	0.021%	0.037%	0.014%
出力インピーダンス[*6]	23 － 24.6 － 20.4Ω	1k － 1k － 196Ω	0.25 － 0.26 － 0.29Ω
定電力範囲（± 10%）	8 ～ 35Ω	9 ～ 12Ω	9 ～ 11Ω
ピアノ	自然で迫力あり	迫力あるがキツイ	明るい
ドラムセット	歯切れ良	同左	迫力不足
フルート	生々しい	同左	同左
トランペット	輝かしい	ややうるさい	厚みあり
弦	自然	同左	中域に厚みあり
女性 ボーカル	自然	同左	同左

*6 20 － 1k － 20kHz，4Ω － 8Ω切換え法による